

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-242799

(43)Date of publication of application : 11.09.1998

(51)Int.Cl.

H03H 9/64

H03H 9/145

(21)Application number : 09-042602

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 26.02.1997

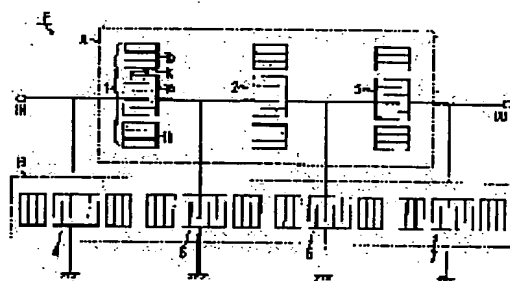
(72)Inventor : AMANO YOSHIHISA
FUNEMI MASAYUKI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the frequency characteristic such as the steepness, the flatness and the extension of the pass band of a surface acoustic wave(SAW) filter.

SOLUTION: In the ladder type SAW filter F, at least one parameter of at least either of a resonator being a series resonator and/or a resonator being a parallel resonator differs from at least one of five parameters of the other resonator as an electrode finger pitch of an interdigital transducer(IDT) electrode 1a, the number of electrode digitals of the IDT electrode 1a, an aperture width (k) of the electrode digital of the IDT electrode 1a, an electrode digital pitch of a reflector 1b, and the number of electrode digitals of the reflector 1b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.03.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-242799

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	F I		
H 0 3 H	9/64	H 0 3 H	9/64	Z
	9/145		9/145	Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

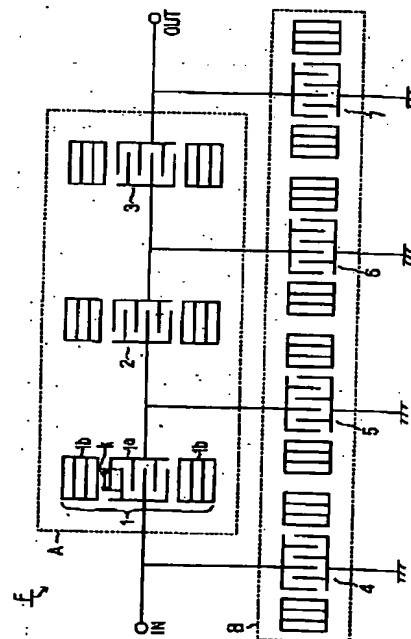
(21) 出願番号	特願平9-42602	(71) 出願人	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22
(22) 出願日	平成9年(1997) 2月26日	(72) 発明者	天野 義久 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京セラ株式会社中央研究所内
		(72) 発明者	船見 雅之 京都府相楽郡精華町光台3丁目6番地 京セラ株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 SAWフィルタの急峻性、平坦性及び通過帯域の拡大等の周波数特性を改善する。

【解決手段】 ラダー型のSAWフィルタFにおいて、直列共振子を成す共振子及び／又は並列共振子を成す共振子のうちの少なくともいずれか一個の共振子が、他の共振子と、IDT電極1aの電極指ピッチ、IDT電極1aの電極指本数、IDT電極1aの電極指の開口幅k、反射器1bの電極指ピッチ、反射器1bの電極指本数の5つのパラメータの少なくとも1つにおいて異なるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一對の櫛歯状電極と、その櫛歯状電極の弾性表面波伝搬路の両側に設けられた反射器とから成る複数の弾性表面波共振子を、圧電基板上にラダー型に配置して成る弾性表面波フィルタであって、直列共振子を成す共振子及び／又は並列共振子を成す共振子のうちの少なくともいずれか一個の共振子が、他の共振子と、櫛歯状電極の電極指ピッチ、櫛歯状電極の電極指本数、櫛歯状電極の電極指の開口幅、反射器の電極指ピッチ、反射器の電極指本数の5つのパラメータの少なくとも一つにおいて異なることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 一對の櫛歯状電極と、その櫛歯状電極の弾性表面波伝搬路の両端に設けられた反射器とから成る複数の弾性表面波共振子を、圧電基板上にラダー型に配置して成る弾性表面波フィルタであって、弾性表面波共振子間の直列配線上に2nH以下のインダクタを介装したことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車電話及び携帯電話等の移動体無線機器等に内蔵される周波数帯域フィルタとしての弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の弾性表面波 (Surface Acoustic Wave で、以下、SAWと略す) フィルタF₁の例を図5に示す。同図は、移動体通信用のGHz帯域のラダー型 (梯子型) のSAWフィルタで、2.5段π型と呼ばれるSAWフィルタの回路図であり、11はSAW共振子 (以下、共振子と略す)、11aは共振子11の一対の櫛歯状電極であるIDT (Inter Digital Transducer) 電極、11bはIDT電極11aのSAW伝搬路の両側に設けられた反射器、A₁は2個の共振子11を直列接続した直列共振子部、B₁は3個の共振子11を並列接続した並列共振子部である。そして、直列共振子と並列共振子を並列・直列交互に多段接続している。尚、図5では、INは入力端子、OUTは出力端子を表し、また反射器11b及びIDT電極11aの電極指の本数が数10～数100本に及ぶため、その形状を簡略化して描いてある。

【0003】 前記各共振子11は、主に、IDT電極11aの電極指ピッチ、IDT電極11aの電極指本数、反射器11bの電極指ピッチ、反射器11bの電極指本数、IDT電極11aの電極指の開口幅 (交差幅) の5つの幾何的なパラメータによって、その特性が決定される。従来、このようなラダー型のSAWフィルタF₁において、直列共振子同士、並列共振子同士で、上記5つのパラメータは全て同じになるよう設定されていた。

【0004】 また、他の従来例として、入力IDT電極と出力IDT電極と、その外側に反射器とを配置し、縦モードを利用した共振型SAWフィルタで、入力IDT

電極、出力IDT電極及び反射器の組を少なくとも2組設けて並列接続し、各組のフィルタ特性が互いに異なるよう設定したものが提案されている (特開平6-334476号参照)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来例では、5つのパラメータが同じになるよう設定していたため、実現できるフィルタ特性が限られてしまい、設計の自由度が低かった。つまり、通過帯域と阻止帯域間のレベル変化の急峻性、通過帯域におけるレベルの平坦性というような点で、実現可能なフィルタ特性に限界があった。

【0006】 また、上記の入力IDT電極、出力IDT電極及び反射器の組を少なくとも2組設けて並列接続し、各組のフィルタ特性が互いに異なるよう設定した場合、多段接続できる段数がただだか2～3段に限られてしまうため、設計パラメータの数が少なく、従って設計の自由度を高めることが困難であるという問題点があった。

【0007】 更に、図5のラダー型のSAWフィルタF₁の場合、平坦性等の通過帯域特性、急峻性等の阻止帯域減衰特性及び通過帯域幅の拡大等のフィルタ特性は、共振子11間のインピーダンス整合の具合にも依存するが、共振子11の1～2個のパラメータを調整するだけでは、インピーダンス整合の自由度がどうしても低くなるという問題点があった。

【0008】 図9と図10はそれを説明するものであり、図9の(a)は直列共振子1段の回路図、(b)はそのS11のスミスチャートの模式図、図10の(a)は並列共振子1段の回路図、(b)はそのS11のスミスチャートの模式図である。前記S11とは、電気回路の性能を表すSパラメータの一つで信号の反射係数であり、インピーダンス整合のために特に重要なものである。S11を所望の特性にコントロールできる自由度が大きい方が、インピーダンス整合に有利となる。また、スミスチャートとは複素平面上の半径1の円で表され、縦軸 (虚数軸) と横軸 (実軸) によって位相のずれ具合を示し、中心点から円内の座標点までの距離によって反射の大きさを表すものである。

【0009】 図9及び図10において、太線の円弧はS11の周波数に対する軌跡を表し、矢印は周波数が高くなる方向である。また、破線の円弧はS11の軌跡がスミスチャート上で取り得る範囲の上限と下限を表している。従って、周波数の大小によってS11は円弧のような軌跡を描き、共振子のIDT電極の電極指本数Nとその開口幅Wの積N×Wによって、S11の円弧はスミスチャート上で左右に移動する。すなわち、N×Wを変化させることにより、共振子間のインピーダンス整合をある程度行うことができる。しかしながら、スミスチャート上で左右以外の方向に動かすことはできず、また破線

の上限及び下限を超えて移動することはできないため、 $N \times W$ を変化させるだけではインピーダンス整合の自由度が低く、実現可能なフィルタ特性が限られていた。

【0010】また、従来、インピーダンス整合の手段として、例えばIF（中間周波数：Intermediate frequency）帯域フィルタでは、SAWフィルタの前後に整合回路を付加しているが、このような構成では回路全体の規模が大きくなり部品点数も増え、その結果、高コストの製品となるという問題もあった。

【0011】従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は通過帯域と阻止帯域間の減衰特性の急峻性、通過帯域の平坦性及び通過帯域幅の拡大といったフィルタ特性を改善することであり、更には、新たなインピーダンス整合回路等を付加することなく、簡易な構成で前記フィルタ特性を改善することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の発明の弾性表面波フィルタは、一対の櫛歯状電極と、その櫛歯状電極の弾性表面波伝搬路の両側に設けられた反射器とから成る複数個の弾性表面波共振子を、圧電基板上にラダー型に配置して成る弾性表面波フィルタであって、直列共振子を成す共振子及び／又は並列共振子を成す共振子のうちの少なくともいずれか一つの共振子が、他の共振子と、櫛歯状電極の電極指ピッチ、櫛歯状電極の電極指本数、櫛歯状電極の電極指の開口幅、反射器の電極指ピッチ、反射器の電極指本数の5つのパラメータの少なくとも一つにおいて異なることを特徴とする。

【0013】第2の発明の弾性表面波フィルタは、一対の櫛歯状電極と、その櫛歯状電極の弾性表面波伝搬路の両端に設けられた反射器とから成る複数個の弾性表面波共振子を、圧電基板上にラダー型に配置して成る弾性表面波フィルタであって、弾性表面波共振子間の直列配線に2nH以下のインダクタを介装したことを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の第1の発明を図1により説明する。同図は3．5段T型と呼ばれるラダー型のSAWフィルタFの回路図である。同図において、1は共振子（直列共振子）、1aは互いに噛み合うように形成された一対の櫛歯状電極であるIDT電極、1bはIDT電極1aのSAW伝搬路の両端に設けられた反射器、Aは直列共振子部、Bは並列共振子部である。尚、同図では、INは入力端子、OUTは出力端子を表し、また反射器1b及びIDT電極1aは、その電極指の本数が数10～数100本に及ぶため、その形状を簡略化して描いてある。

【0015】図1のSAWフィルタFにおいて、直列共振子部Aの1段目～3段目の直列共振子1～3、及び／又は、並列共振子部Bの1段目～3．5段目の並列共振子

子4～7のうちの少なくともいずれか一つの共振子が、他の共振子と、IDT電極1aの電極指ピッチ、IDT電極1aの電極指本数、IDT電極1aの電極指の開口幅k、反射器1bの電極指ピッチ、反射器1bの電極指本数の5つのパラメータの少なくとも一つにおいて異なるように設定する。従って、直列共振子部Aのみパラメータを変化させ、並列共振子部Bは同じにしてもよく、その逆であってもよいし、両方の共振子部でパラメータを変化させても構わない。

【0016】前記パラメータを変化させる場合、以下のような実施形態が好ましい。SAWフィルタにとって最も重要である帯域内挿入損失と帯域外減衰量のバランスは、ラダー型SAWフィルタの場合、主に直列共振子部Aと並列共振子部Bの間の $N \times W$ の比によって決まり、例えば図1の対称型のラダー型SAWフィルタでは、両端の直列共振子1，3の $N \times W$ を他に比べて小さくした方が、インピーダンス整合が良くなる。また、3．0段のような非対称型のラダー型SAWフィルタの場合、端にある並列共振子の $N \times W$ を他に比べて小さくした方が、インピーダンス整合が良くなる。

【0017】更に、ラダー型SAWフィルタにおいて、他の重要なパラメータはIDT電極1aの電極指ピッチLであり、Lを調整することにより、通過帯域近傍の急峻度を大きくすることができる。例えば直列共振子部AのLを調整して通過帯域の右肩の急峻度を大きくでき、並列共振子部BのLを調整して通過帯域の左肩の急峻度を大きくできる。また、Lを調整することにより、通過帯域内のリップルを平均化して滑らかにすることもできる。通過帯域内のリップルは、主に並列共振子部BのLを調整することにより改善できる。

【0018】より具体的には、IDT電極の電極指ピッチは、中心値±約4%とするのが好ましい。これは、例えば比帯域幅4%以下のRF用SAWフィルタの場合、前記の範囲を超えて電極指ピッチを変化させると、通過帯域の肩部の減衰特性が劣化したり、VSWR（Voltage Standing Wave Ratio; 電圧定在波比）が劣化するなどの問題が生じるからである。なお、VSWRは交流電気信号の反射の大きさを表すパラメータ、すなわちインピーダンス整合のよしあしを表すパラメータである。

【0019】また、反射器の電極指ピッチは中心値±約4%とするのが好ましい。この範囲を超えて変化させた場合には、通過帯域内に小刻みなリップルが発生する等の問題が生じる。反射器の電極指本数は中心値±約30%とするのが良い。前記の範囲を超えて電極指本数を変化させた場合、通過帯域挿入損失を低減するという反射器の主な効果は飽和して改善されず、その一方でSAWフィルタのチップサイズが大きくなるという問題を生じる。

【0020】更に、IDT電極指本数Nと開口幅Wの積 $N \times W$ を変化させる場合、中心値±約50%とするのが

良い。この範囲を超えて変化させた場合、インピーダンス整合（整合値＝50Ω）が大きすぎて、VSWRの劣化、帯域外減衰量の劣化等の問題が生じる。

【0021】上記各パラメータの調整及び決定は、公知のDFP（Davidson Fletcher Powell）アルゴリズム、シンプレックス法、BFGS（Broyden Fletcher GoldfarbShanno）アルゴリズム等の最適設計アルゴリズムを用いたシミュレーションにより行ってもよい。例えば、3.5段T型のSAWフィルタの場合、決定すべきパラメータの数は、5（種類）×7（共振子の個数）＝35個になるが、これらのパラメータを同時に最適値に収束させる必要がある。そこで、まず経験的に知られた適当な初期値を入力し、フィルタ特性をシミュレーションする。このとき、フィルタ特性の計算は公知のモード結合法や等価回路法によって行う。得られたフィルタ特性の急峻性及び平坦性を調べ、目標値に対して特性が達していない場合、その差を誤差とみなして誤差を最小にするように35個のパラメータを修正する。パラメータの修正にはBFGSアルゴリズム等の最適設計アルゴリズムを用いる。修正されたパラメータを基に、再度フィルタ特性をシミュレーションし、以下所望の特性が得られるまで同じ過程を繰り返す。

【0022】第2の発明によるSAWフィルタF₁₀を図6の回路図に示す。同図において、21は入力端子、22は出力端子、23は1段目の並列共振子、23aはIDT電極、23bは反射器、24は1段目の直列共振子、25は2段目の並列共振子、26は2段目の直列共振子、27は3段目（正確には2.5段目）の並列共振子、28は並列共振子23と直列共振子24間の直列配線40上に介装されたインダクタ、29は直列共振子24と並列共振子25間の直列配線40上に介装されたインダクタ、30は並列共振子25と直列共振子26間の直列配線40上に介装されたインダクタ、31は直列共振子26と並列共振子27間の直列配線40上に介装されたインダクタである。尚、同図において、IDT電極23a、反射器23bの形状は簡略化して描いてある。

【0023】前記インダクタ28～31は少なくとも1つ設ければよく、そのインダクタンスは2nH以下とする。2nHを越えると、通過帯域内のインピーダンス整合は優れる反面、通過帯域外でインピーダンス整合の効果が及び、その結果、通過帯域外での減衰量が劣化してしまう。また、インダクタ28～31の介装の具体的な構成としては、ワイヤーボンディングによりワイヤーを結線し、ワイヤー自体のインダクタンスを利用するという構成、SAWフィルタF₁₀用の圧電基板上にフォトリソグラフィ法等で回路パターンを形成する際に、インダクタ回路を設けるという構成等がある。

【0024】また、本発明においては、上記第1の発明の構成と第2の発明の構成を同時に採用することもできる。つまり、直列共振子を成す共振子及び／又は並列共

振子を成す共振子のうちの少なくともいずれか一つの共振子が、他の共振子と、IDT電極の電極指ピッチ、IDT電極の電極指本数、IDT電極の電極指の開口幅、反射器の電極指ピッチ、反射器の電極指本数の5つのパラメータの少なくとも一つにおいて異なるようにするとともに、SAW共振子間の直列配線に2nH以下のインダクタを介装することもできる。

【0025】本発明において、IDT電極1aはAlあるいはAl合金（Al-Cu系、Al-Ti系等）からなり、特にAlが励振効率が高く、材料コストが低いため好ましい。また、IDT電極1aは蒸着法、スパッタリング法又はCVD法等の薄膜形成法により形成する。

【0026】そして、IDT電極1aの対数は50～200程度、電極指の幅は0.1～10.0μm程度、電極指の間隔は0.1～10.0μm程度、電極指の開口幅（交差幅）は10～100μm程度、IDT電極1aの厚みは0.2～0.4μm程度とすることが、共振器あるいはフィルタとしての所望の特性を得るうえで好適である。また、IDT電極1aの電極指間に酸化亜鉛、酸化アルミニウム等の圧電材料を成膜すれば、SAWの共振効率が向上し好適である。

【0027】SAWフィルタ用の圧電基板としては、36° Yカット-X伝搬のLiTaO₃結晶、64° Yカット-X伝搬のLiNbO₃結晶、45° Xカット-Z伝搬のLiB₄O₇結晶等が、電気機械結合係数が大きく且つ群遅延時間温度係数が小さいため好ましい。圧電基板の厚みは0.3～0.5mm程度がよく、0.3mm未満では圧電基板が脆くなり、0.5mm超では材料コストが大きくなる。

【0028】かくして、本発明は、通過帯域と阻止帯域間のレベル変化の急峻性、通過帯域におけるレベルの平坦性、通過帯域の拡大というフィルタ特性を、簡易な構成でもって改善するという作用効果を有する。

【0029】なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更は何等差し支えない。

【0030】

【実施例】本発明の実施例を以下に説明する。

【0031】（実施例1）図1のような3.5段T型のSAWフィルタFを、36° Yカット-X伝搬のLiTaO₃結晶から成る圧電基板上にAlから成るSAWフィルタF用の回路パターンを形成することにより、作製した。

【0032】具体的には、紫外線（Deep UV）を用いた密着露光機によるフォトリソグラフィ法で前記圧電基板のウェハ上にレジストのネガパターンを形成し、次いで電子ビーム蒸着機でAlを成膜して、回路パターンを多数組形成した。その後、レジスト剥離液中で不要なAlをリフトオフし、微細な回路パターンを完成した。次に、パターンニングの終了したウェハを個々のSAWフィ

ルタF毎にダイシングカットし、個々のSAWフィルタFのチップを表面実装素子（SMD：Surface Mounted Device）用のパッケージ内にエポキシ樹脂等により接着し、載置固定した。35 $\mu\phi$ （直径35 μm ）のAlのワイヤーを、SMDパッケージのパッドとチップ上のAlパッドを接続するように、超音波ボンディングした後、パッケージリッドを被せ接着し、SAWフィルタFのパッケージングを終了した。

【0033】このとき、SAWフィルタFの直列共振子

部A及び並列共振子部Bの両方において、各々IDT電極1aの電極指ピッチを変化させて、通過帯域と阻止帯域間での減衰特性の急峻性を改善した。電極指ピッチの決定は、BFGSアルゴリズムを用いたシミュレーションによって行い、得られた直列共振子部A及び並列共振子部Bの電極指ピッチ及び他のパラメータの最適値を表1に示す。

【0034】

【表1】

共振子	IDT 電極指 ピッチ (μm)	IDT 電極 指本数	IDT 電極指 開口幅 (μm)	反射器電極指 ピッチ (μm)	反射器 電極指本数
1	1.181	188	92	1.157	20
2	1.222	160	90	1.234	10
3	1.159	188	92	1.159	20
4	1.221	148	90	1.245	10
5	1.151	162	92	1.128	20
6	1.221	150	90	1.221	10
7	1.179	196	92	1.167	20

【0035】そして、直列共振子部Aの共振子1～3間では、IDT電極1aの電極指ピッチは1.181 μm を中心として約 $\pm 3.5\%$ の範囲内に、また、並列共振子部Bの共振子4～7間では、1.179 μm を中心として約 $\pm 3.6\%$ の範囲内に設定するのが、急峻性を改善するのに効果があり、好適な範囲と認められた。

【0036】周波数特性の測定にはネットワークアナライザを用い、図2は本実施例の3.5段T型のSAWフィルタFの周波数特性（中心周波数約830MHz）のグラフで、図3は従来のパラメータが全て同じ共振子（表1の共振子1に等しい）からなる3.5段T型のSAWフィルタの周波数特性のグラフである。図4は、図2と図3の違いを明確にするために、通過帯域の右肩部分を拡大して重ねたグラフである。一般的に、フィルタの急峻性は、0～20dB程度までの範囲の減衰特性

が重要視されており、図4から明らかなように、本実施例品は従来品よりも急峻性が増し、良好なフィルタ特性が得られた。

【0037】（実施例2）図6のような2.5段 π 型のSAWフィルタF₁₀を、36°Yカット-X伝搬のLiTaO₃結晶から成る圧電基板上にAlから成るSAWフィルタF₁₀用の回路パターンを形成することにより、作製した。具体的な作製方法は実施例1と同様であるが、回路パターンを形成する際にインダクタ28～31用のインダクタ回路を同時に設けた。インダクタ28～31の各々のインダクタンスを1.0nH、1.5nH、1.5nH、1.0nHとした。共振子23～27のパラメータは、表2に示した通りである。

【0038】

【表2】

共振子	IDT 電極指 ピッチ (μm)	IDT 電極 指本数	IDT 電極指 開口幅 (μm)	反射器電極指 ピッチ (μm)	反射器 電極指本数
23, 25, 27	1.173	115	90	1.173	20
24, 26	1.089	45	90	1.089	30

【0039】得られたSAWフィルタF₁₀の周波数特性を図7に示す。図8は図5の従来例であり、インダクタ

を介していないこと以外は本実施例2と同様に構成したものの周波数特性である。中心周波数900MHz、

比帯域幅5%のバンドパスフィルタとした例であるが、前記比帯域幅は圧電基板の電気機械結合係数によって決まるため、その限界を超えて比帯域幅を上げることはできず、図8では過度に広げようとしたために通過帯域の中央部がへこみ、平坦性が劣化した。それに比べて、図7では比帯域幅を広げても平坦性の劣化がほとんどなく、広帯域で良好なバンドパス特性が得られた。

【0040】

【発明の効果】本発明は、ラダー型のSAWフィルタにおいて、直列共振子を成す共振子及び／又は並列共振子を成す共振子のうちの少なくともいずれか一個の共振子が、他の共振子と、IDT電極の電極指ピッチ、IDT電極の電極指本数、IDT電極の電極指の開口幅、反射器の電極指ピッチ、反射器の電極指本数の5つのパラメータの少なくとも一つにおいて異なるようにすることにより、通過帯域と阻止帯域間のレベル変化の急峻性、通過帯域におけるレベルの平坦性等のフィルタ特性を改善するという作用効果を有する。

【0041】また、SAW共振子間の直列配線上に2nH以下のインダクタを介装することにより、急峻性、平坦性の改善及び通過帯域の拡大を、新たな外部回路を付加するとなく低コストに達成できるという作用効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の3.5段T型のSAWフィルタFの回路図である。

【図2】第1の発明のSAWフィルタFの周波数特性のグラフである。

【図3】従来の3.5段T型のSAWフィルタの周波数特性のグラフである。

【図4】第1の発明の3.5段T型のSAWフィルタFと従来品を比較した、周波数特性のグラフである。

【図5】従来の2.5段π型のSAWフィルタF₁の回路図である。

路図である。

【図6】第2の発明の2.5段π型のSAWフィルタF₁₀の回路図である。

【図7】第2の発明のSAWフィルタF₁₀の周波数特性のグラフである。

【図8】従来の2.5段π型のSAWフィルタの周波数特性のグラフである。

【図9】(a)は直列共振子の回路図、(b)は直列共振子のS11のスミスチャートの模式図である。

【図10】(a)は並列共振子の回路図、(b)は並列共振子のS11のスミスチャートの模式図である。

【符号の説明】

1：1段目のSAW共振子（直列共振子）

1a：IDT電極

1b：反射器

2：2段目の直列共振子

3：3段目の直列共振子

4：1段目の並列共振子

5：2段目の並列共振子

6：3段目の並列共振子

7：3.5段目の並列共振子

23：1段目の並列共振子

23a：IDT電極

23b：反射器

24：1段目の直列共振子

25：2段目の並列共振子

26：2段目の直列共振子

27：3段目の並列共振子

28：インダクタ

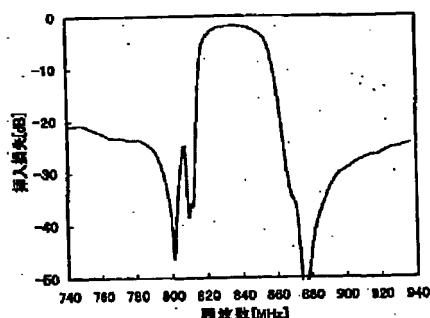
29：インダクタ

30：インダクタ

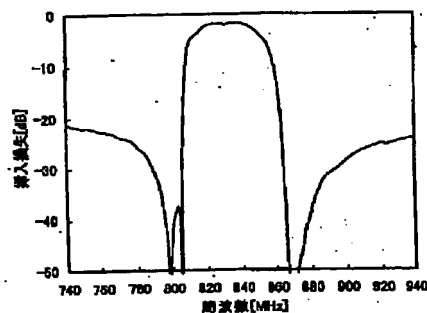
31：インダクタ

40：直列配線

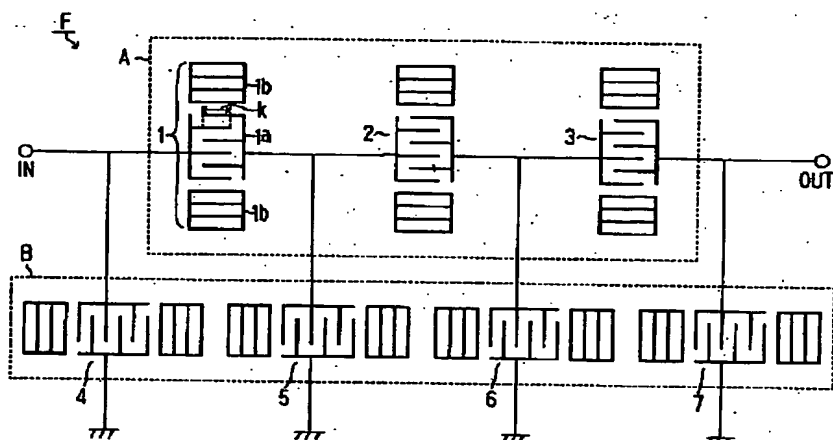
【図2】



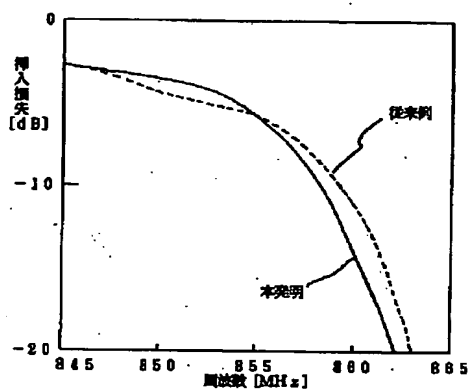
【図3】



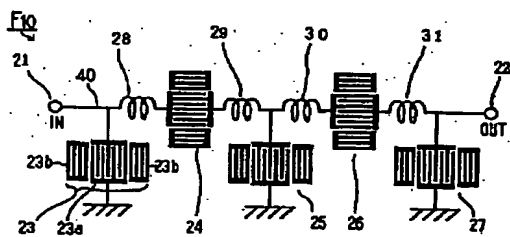
【図1】



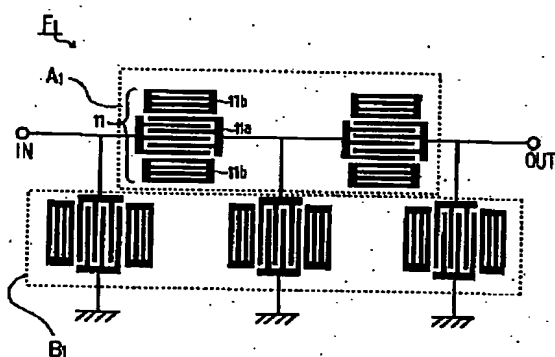
【図4】



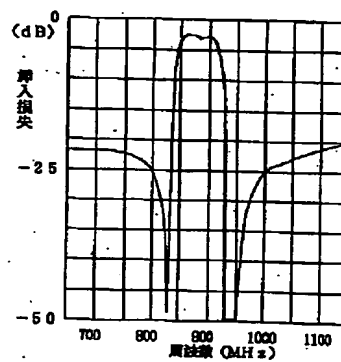
【図6】



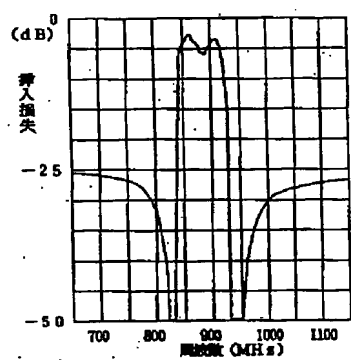
【図5】



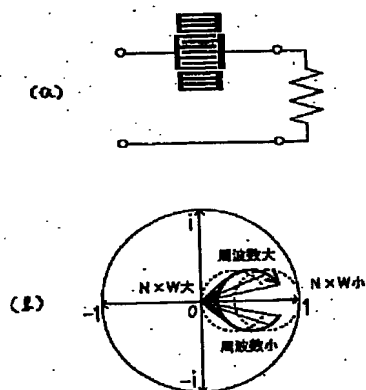
【図7】



【图 8】



【图 9】



【图 10】

